

primaire. Ces sclérites sont inclus dans une capsule épaisse, formée de couches concentriques, et plus ou moins fortement colorée en rouge. Ce sont ces capsules qui donnent au tégument sa coloration. Cette disposition est à rapprocher de celle qui, chez les *Trochostoma* et les *Ankyroderma*, aboutit à la formation des disques rougeâtres que présentent fréquemment les espèces de ce genre. On sait que ces disques se forment autour de sclérites pré-existants, qu'ils englobent et font entrer en régression. Cette espèce présente aussi une grande ressemblance avec les *Molpadia*, tant au point de vue de la forme des sclérites qu'à celui de la disposition par laquelle les muscles radiaux vont s'insérer sur l'anneau calcaire, disposition qui me paraît identique à celle décrite par Semper dans le *Malpadia australis*. Il n'y a pas, à proprement parler, de muscles rétracteurs du pharynx, mais le muscle radial se continue en avant par une membrane musculaire falciforme, normale à la paroi du corps, disposée autour de l'anneau calcaire à la façon d'un septum de Coralliaire; le bord épaissi de cette membrane représenterait le muscle rétracteur. — Un organe de Cuvier en grappe, semblable à celui du *Molpadia chilensis*, seul exemple connu jusqu'ici. — En résumé, cette *Caudina* présente des ressemblances curieuses avec plusieurs autres genres de Molpadiidés.

TROCHODOTA PURPUREA Lesson : — 7 individus de Punta Arenas.

CHIRIDOTA CONTORTA Ludwig : — 1 individu, Canal de Washington.

CHIRIDOTA PISANII Ludwig : — plusieurs individus, de la baie Orange (à mer basse) et de Punta Arenas.

SUR LA VÉGÉTATION DANS DES ATMOSPHÈRES RICHES
EN ACIDE CARBONIQUE,

PAR M. E. DEMOUSSY.

I

On sait depuis longtemps que l'intensité de l'assimilation chlorophyllienne croît avec la proportion de gaz carbonique de l'atmosphère qui entoure la feuille éclairée.

En particulier, MM. Brown et Escombe ont fait voir, il y a trois ans, que l'absorption de l'acide carbonique est proportionnelle à la teneur de l'atmosphère en ce gaz, lorsque cette teneur reste inférieure à un centième.

Les plantes profitent-elles de cet accroissement d'assimilation? En les

faisant vivre dans des atmosphères plus riches en acide carbonique que ne l'est l'air normal, observera-t-on des développements plus considérables? Mon regretté maître, M. Dehérain, et M. Maquenne avaient déjà abordé cette question il y a une vingtaine d'années, mais n'avaient pas pu conclure à une influence favorable. J'ai repris ce sujet en employant diverses méthodes.

Pour être certain que les plantes en expérience ne puiseraient du carbone que dans l'atmosphère, je les ai cultivées dans du sable quartzeux calciné additionné d'une solution minérale complète.

J'ai utilisé d'abord, comme source d'acide carbonique, du fumier ou de la terre de jardin humide. Ces substances étaient placées dans des cloches en verre, d'une dizaine de litres, disposées dans notre serre, la douille en bas. Sur la terre ou le fumier reposaient, par l'intermédiaire d'une soucoupe de porcelaine, les pots portant les plantes. Une lame de verre obturait aux deux tiers la grande ouverture de la cloche, de façon à éviter un trop rapide renouvellement de l'atmosphère de cette cloche. Un grand nombre de dosages a été effectué pour déterminer la teneur en acide carbonique des atmosphères ainsi constituées; les nombres obtenus ont varié entre 5 et 10 dix-millièmes; ils étaient donc deux ou trois fois plus forts que celui qui correspond à l'air normal.

Des cultures témoins avaient été disposées dans de l'air ordinaire; à cet effet, elles étaient placées dans des cloches semblables, au fond desquelles se trouvait du sable humide remplaçant le fumier ou la terre des précédentes.

Au début, les plantes, venant juste de germer, présentaient un poids très faible, presque négligeable. Après un mois de végétation, les différences étaient considérables.

Tandis que des Laitues venues dans l'air normal pesaient (pour trois plantes), à l'état frais, 3 gr. 5 et 4 grammes, celles qui avaient poussé dans l'air enrichi en acide carbonique pesaient 9 et 20 grammes. Des Tabacs fournirent 13 et 18 grammes de matière verte dans l'air ordinaire, et 23 et 33 grammes en présence de terre ou de fumier. Des Colzas pesaient 1 gr. 3 et 5 gr. 3 dans l'air ordinaire et 14 gr. 3 dans l'air modifié par le fumier.

Ainsi les gaz dégagés par la terre ou par le fumier sont très favorables à la végétation.

Quels sont ces gaz? Est-il permis d'attribuer leur action au seul acide carbonique? Ou bien faut-il la rapporter à l'ammoniaque dont MM. Berthelot et André ont montré le dégagement par la terre? J'ai d'ailleurs constaté que 1 kilogramme de terre de jardin dégageait, sous l'influence d'un courant d'air, une quantité d'azote ammoniacal, diminuant avec le temps conformément aux vues de M. Schloësing fils sur les fermentations en milieu solide. Dans mes expériences, cette quantité a varié de 0 milligr. 9 à 0 milligr. 2 par vingt-quatre heures. Pour un mois, avec une moyenne de

0 milligr. 6, cela ferait 18 milligrammes, ce qui est loin d'être négligeable.

Pour faire la part de l'influence de cette ammoniaque, j'ai disposé une autre série de cultures de Laitue. (Cette plante se prête d'ailleurs très bien à ce genre d'expériences; elle vit parfaitement dans des atmosphères saturées d'humidité peu favorables à d'autres espèces.)

Les pots étaient, cette fois, placés sous des cloches rodées reposant sur des plaques de verre rodées, joignant hermétiquement. A l'aide d'une série de petites trompes à eau, je faisais passer dans les cloches un courant d'air, constamment, jour et nuit, à la vitesse d'environ 36 litres à l'heure. Deux cloches recevaient de l'air normal; deux autres étaient parcourues par de l'air ayant préalablement traversé 1 kilogramme de terre de jardin humide, contenant par suite de 4 à 5 dix-millièmes d'acide carbonique, c'est-à-dire seulement 1 ou 2 dix-millièmes de plus que l'air ordinaire. Mais pour une de ces deux dernières cloches, l'air qui avait traversé la terre était privé de toute trace d'ammoniaque par son passage dans une grande éprouvette remplie de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique étendu. Des barboteurs à eau servaient à surveiller le passage des gaz et à leur fournir une dose d'humidité constante.

Lorsque le soleil donnait directement sur les cloches, on les recouvrait d'un voile de gaze d'étamine blanche pour éviter que les plantes fussent grillées.

Voici quels furent les poids des plantes (quatre dans chaque cas) obtenus après un mois de végétation :

Dans l'air normal.	25 et 29 gr.
Dans l'air ayant traversé la terre.	44
Dans l'air ayant traversé la terre et privé d'ammoniaque.	41

Ainsi l'élimination de l'ammoniaque de l'atmosphère fournie aux plantes n'a pas diminué sensiblement le poids de la récolte. Il est juste de dire que la présence dans le sable d'une forte quantité, supérieure aux besoins des plantes, de nitrate de chaux devait rendre bien faible l'influence de l'apport d'ammoniaque dans l'atmosphère.

Il est maintenant permis d'attribuer à l'acide carbonique seul l'influence favorable exercée sur la végétation par les gaz dégagés par la terre.

Cette expérience suffit pour le démontrer. Cependant on ne pouvait avoir la certitude de l'utilité d'un excès d'acide carbonique qu'à la condition que ce corps fût fourni à l'état de pureté chimique. Dans ce but, j'ai disposé une nouvelle cloche parcourue par un courant d'air chargé d'acide carbonique obtenu en faisant tomber très lentement de l'acide chlorhydrique pur très dilué sur des fragments de marbre; le gaz était lavé dans une solution de bicarbonate de soude. Les plantes ainsi traitées se développèrent peu et jaunirent rapidement. Pensant que l'acide carbonique n'était pas suffisam-

ment purifié, je le fis passer sur une colonne de bicarbonate de potasse solide de 50 centimètres de longueur, pour retenir l'acide chlorhydrique qui aurait pu être entraîné. De nouvelles plantes soumises à l'influence de ce gaz montrèrent les mêmes phénomènes de dépérissement. Cet échec se répéta une troisième et une quatrième fois malgré l'interposition de laveurs, de nouvelles colonnes à bicarbonate et de plusieurs filtres en flanelle et en coton cardé pour retenir les impuretés à l'état vésiculaire, et quoique la teneur en acide carbonique de l'air envoyé à la cloche ait été réduite à 7 dix-millièmes.

Il était cependant certain qu'une dose d'acide carbonique supérieure à celle de l'air normal était loin d'être funeste. L'heureuse influence des gaz dégagés par la terre prouvait le contraire. En outre, nous avons journellement l'exemple de plantes prospérant dans des atmosphères riches en acide carbonique : sous les châssis des maraîchers, le fumier entretient une teneur élevée en acide carbonique, que j'ai souvent trouvée supérieure à 3 millièmes.

J'ai donc cherché une autre source d'acide carbonique. Je préparai de grandes quantités de solutions aqueuses de ce gaz à l'aide de l'acide carbonique liquide du commerce et je fis couler lentement cette solution dans des cloches contenant les pots portant les cultures. L'acide carbonique se diffusait ainsi du liquide qui retenait les impuretés, s'il y en avait. En réglant la vitesse d'écoulement, j'arrivais à maintenir dans l'atmosphère des cloches une dose d'acide carbonique variant de 15 à 25 dix-millièmes.

Cette fois, le résultat fut des plus nets : les plantes venues dans l'air ordinaire pesaient, après un mois, moins de 1 gramme ; les autres pesaient 17 gr. 5 pour une teneur moyenne de l'atmosphère de 15 dix-millièmes d'acide carbonique et 33 grammes lorsque cette teneur atteignit 25 dix-millièmes. En même temps, des Laitues soumises aux émanations de la terre pesaient 7 gr. 5 et 10 gr. 5.

Ceci démontre sans conteste, à mon avis, que *les plantes peuvent profiter à un très haut degré de la présence de faibles excès d'acide carbonique dans l'atmosphère qui les baigne.*

Au moment où je terminais ces premières recherches, MM. Brown et Escombe publièrent un mémoire ⁽¹⁾ où ils rendaient compte d'expériences tentées dans le même but, mais dont les résultats sont absolument inverses des miens. Ils n'ont pas trouvé qu'il y avait avantage à fournir aux plantes des atmosphères plus riches en gaz carbonique que l'air normal ; fréquemment même les plantes ainsi traitées dépérissaient. MM. Brown et Escombe concluent que les végétaux organisés pour vivre dans une atmosphère à 3 dix-millièmes d'acide carbonique ne peuvent pas profiter de doses plus

⁽¹⁾ *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXX.

fortes de ce gaz, quoiqu'ils puissent momentanément en absorber de grandes quantités.

Mes propres échecs, dont j'ai parlé plus haut, étant vraisemblablement dus à une impureté de l'acide carbonique, je crois que c'est à la même cause qu'il faut attribuer les résultats défavorables des expériences de MM. Brown et Escombe et aussi de celles de MM. Dehérain et Maquenne et de M. Montemartini.

II

Des conséquences intéressantes découlent des faits que je viens d'exposer.

J'ai fait remarquer que nous observons journellement des plantes prospérant dans des atmosphères riches en acide carbonique; c'est ce qui se passe dans les couches de maraîchers. Il était permis d'avancer que ces plantes doivent leur développement rapide non seulement à la température élevée que le fumier entretient sous les châssis, mais aussi à l'acide carbonique que ce fumier dégage.

C'est ce que j'ai pu vérifier directement.

Quatre pots à sable additionné d'engrais minéral complet ont reçu chacun quatre Laitues semblables d'un poids de 2 grammes pour les quatre. Ils furent placés sous des cloches de verre, à fermeture hydraulique, ne recevant de l'air que par leur tubulure. Ces cloches étaient disposées dans le jardin du laboratoire, au voisinage d'une couche établie suivant l'habitude des horticulteurs; elles étaient donc à la même température. Dans deux d'entre elles circulait constamment de l'air ordinaire à la vitesse de 40 litres à l'heure. Les deux autres recevaient de l'air puisé sous le châssis de la couche renfermant de 1 à 2 millièmes d'acide carbonique.

A plusieurs reprises, j'ai recherché si cet air contenait de l'ammoniaque; je n'en ai jamais trouvé, quoique les dosages aient porté sur près de 1 mètre cube d'air passant pendant vingt-quatre heures dans des absorbeurs Reiset à acide sulfurique titré. Cela est d'ailleurs conforme aux vues de M. Dehérain, qui a montré qu'un fumier bien arrosé ne perd jamais d'ammoniaque. Malgré cela, pour être à l'abri de toute cause d'erreur et ne pas attribuer à l'acide carbonique ce qui pourrait être dû à la présence fortuite d'un peu d'ammoniaque, une des cloches dans lesquelles la couche ne reçut cet air qu'après son passage sur une longue colonne de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique étendu.

Après quinze jours, les plantes furent pesées, et on obtint les nombres suivants :

Pour les plantes venues dans l'air ordinaire.....	21 et 24 gr.
Pour les plantes venues dans l'air de la couche.....	50
Pour les plantes venues dans l'air de la couche ayant passé sur SO^4H^2	60

Les deux premiers pots n'ont gagné que 20 grammes de matière verte en moyenne, tandis que les deux autres en ont gagné 53 grammes. Comme il était à prévoir, le passage de l'air sur la ponce sulfurique n'a pas diminué la récolte, c'est même dans ce cas qu'elle est la plus forte.

Il y a bien là la démonstration directe de ce que j'avais.

III

Ces observations m'amènèrent à penser que je trouverais peut-être dans une cause analogue l'explication d'une curieuse expérience due à M. Émile Laurent⁽¹⁾. Le savant physiologiste de Bruxelles avait élevé des Sarrasins dans une terre stérilisée, comparativement avec des plantes poussant dans la même terre à l'état normal. Tandis que, dans ce dernier cas, le poids de la récolte était de 95 grammes par pot, les plantes venues en sol stérile ne pesaient que 22 grammes; même, lorsque cette terre stérile était additionnée d'engrais chimique, les plantes ne pesaient que 66 grammes. Dans ces conditions, la différence de développement des plantes n'est pas due à la différence de composition chimique des sols: c'est à l'absence de Microbes vivants qu'elle doit être attribuée. Le rôle de ces Microbes restait obscur.

Pour mettre ses cultures à l'abri des germes de l'air, M. Laurent les recouvrait d'un couvercle percé d'un trou fermé par un tampon de coton; la circulation des gaz devait donc être assez lente. J'ai pensé que l'explication résiderait peut-être dans ce fait que, la terre non stérilisée dégage de l'acide carbonique favorable au développement des végétaux.

Pour vérifier cette hypothèse, j'ai disposé les cultures suivantes :

Des graines de Laitue stérilisées ont été semées dans quatre pots de sable calciné et dans six pots de bonne terre de jardin. Tous reçurent la même dose d'engrais salins, y compris du nitrate de chaux; il en résultait que les pots à terre étaient, au point de vue aliments, un peu plus avantageux que les pots à sable; cependant l'influence d'un petit excès de matière nutritive dans ce cas doit être nulle, puisque, dans chaque pot, la dose de substance utile est bien supérieure aux besoins des plantes.

Quatre des pots à terre, les n^{os} 7, 8, 9 et 10, avaient été stérilisés par un séjour de quatre heures à l'autoclave à 120 degrés; 5 et 6 contenaient de la terre non stérilisée. Chaque pot était placé dans une cloche de verre d'une dizaine de litres, disposée la douille en bas, et dont la grande ouverture, en haut, était obturée aux deux tiers par une lame de verre. Au fond des cloches j'avais préalablement mis du sable humide pour les pots à sable 1 et 2, et pour les pots à terre 5, 6, 7 et 8. Au contraire, les pots 3 et 4 (sable), 9 et 10 (terre stérile) reposaient sur de la terre identique à celle des pots, en poids égal à celui contenu dans les pots, non stérilisée et

(1) *Bull. acad. roy. de Belgique*, 3^e s., t. XI, n^o 2 (1886).

humide. De la sorte, 3 et 4, 9 et 10, à sol stérile, se trouvaient dans une atmosphère renfermant la même quantité d'acide carbonique (5 à 10 dix-millièmes), fourni par le substratum, que l'atmosphère des pots 5 et 6 qui fournissaient eux-mêmes cet acide carbonique.

Après un mois, les différences étaient considérables; les plantes (trois dans chaque pot) pesaient :

N ^{os} 1 et 2, sable reposant sur sable.....	1 gr. 8
3 et 4, sable reposant sur terre.....	9 0
5 et 6, terre normale.....	7 0
7 et 8, terre stérilisée reposant sur sable.....	2 6
9 et 10, terre stérilisée reposant sur terre.....	10 0

On voit que, dans l'atmosphère ordinaire, les plantes venues dans du sable ne sont pas beaucoup plus mauvaises que celles qui ont poussé dans la terre stérilisée; au contraire, les plantes poussant dans du sable, mais dans une atmosphère enrichie en acide carbonique par la présence de terre, avaient un poids voisin de celui des plantes vivant en terre stérile en présence de terre normale, et les récoltes de ces deux séries étaient sensiblement égales à celles fournies par la terre ordinaire.

En même temps des plantes avaient été cultivées dans des pots à sable et à terre stérile dans des atmosphères enrichies en acide carbonique par la présence d'une solution aqueuse de ce gaz faite à l'aide d'acide carbonique liquide du commerce. Comme la teneur des atmosphères en acide carbonique était assez élevée, 2 à 3 millièmes, les plantes étaient très belles et pesaient en moyenne, par pot, 20 grammes pour le sable et 15 gr. pour la terre stérile.

Ainsi il a suffi de donner la même composition à l'atmosphère qui baigne les plantes pour obtenir les mêmes récoltes; une terre stérile a été aussi favorable que la même terre non stérilisée, lorsqu'une égale quantité de terre normale placée dans la cloche a dégagé l'acide carbonique que le sol stérile ne pouvait pas fournir.

IV

Nous savons encore peu de choses sur le rôle des matières carbonées du sol comme aliment direct des végétaux. D'après des expériences récentes, il semble y avoir des cas où la matière organique de la terre est assimilée directement par certaines plantes. De ce qui précède on peut avancer qu'il y a au contraire des végétaux qui ne puisent pas de carbone dans le sol : c'est le cas de la Laitue; les substances carbonées de la terre ne lui fournissent du carbone qu'après leur transformation en acide carbonique.

Dans la nature, la terre dégage constamment de l'acide carbonique, et à une faible distance du sol, à 2 ou 3 centimètres, on trouve fréquemment

dans l'air une dose d'acide carbonique supérieure à 3 dix-millièmes. Il est certain que les plantes de faible hauteur doivent profiter de cet excès; ce serait le cas des petites plantes des prairies, des végétaux en germination. La présence de fumier, de détritux organiques en voie de décomposition, donne lieu à la formation d'acide carbonique, et l'épandage de ces substances à la surface du sol, en horticulture et dans la culture maraîchère, doit peut-être son efficacité à ce dégagement d'acide carbonique.

Si, pour une raison quelconque, la teneur de notre atmosphère en acide carbonique venait à s'accroître, même de 1 ou 2 dix-millièmes, les végétaux terrestres prendraient un développement considérable.

Il n'est pas possible actuellement de prévoir cette éventualité; mais il est permis de regarder en arrière et de rechercher s'il n'en a pas été ainsi à une période reculée de l'existence de notre planète. Or il est certain que, pendant la période tertiaire, la température moyenne de l'Europe était supérieure de 8 ou 9 degrés à la température actuelle. D'après la théorie de Svante Arrhénius⁽¹⁾, cette différence devait être due à la présence dans l'atmosphère d'une dose d'acide carbonique double de celle que nous y trouvons actuellement. La taille gigantesque des végétaux qui existaient alors est donc attribuable non seulement à la température élevée qui régnait, mais encore à la présence d'une forte proportion d'acide carbonique dans l'atmosphère.

NOUVEAU GISEMENT QUATERNAIRE AU BAS-MEUDON, PRÈS PARIS⁽²⁾,

PAR M. P. BÉDÉ.

(LABORATOIRE DE M. LE PROFESSEUR STANISLAS MEUNIER.)

M. le Professeur Stanislas Meunier dans les nombreuses excursions qu'il dirige aux environs de la capitale a eu maintes fois l'occasion de faire voir aux géologues combien sont développées les formations quaternaires aux environs de Paris, représentées par le loess, comme à Villejuif, et le diluvium, comme l'on en a un exemple tout à fait caractéristique à Billancourt.

Mais nous pensons qu'il est assez rare de rencontrer le loess et le diluvium, fossilifères tous deux et à peu près en concordance de stratification; c'est ce que nous montre le nouveau gisement quaternaire que nous avons découvert tout près de Paris, au Bas-Meudon.

C'est près du pont de Billancourt, sur la rive gauche du fleuve, que se trouve ce petit gisement. Le diluvium est représenté par des lits de sable et de graviers affectant l'allure tourmentée qui est caractéristique dans cette

⁽¹⁾ *Revue générale des Sciences*, t. X (1899), p. 337.

⁽²⁾ Communication faite, le 26 janvier 1904, aux naturalistes du Muséum.